

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-61056

(43) 公開日 平成6年(1994)3月4日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 17/00 1/34	D A	7129-5E		

審査請求 未請求 請求項の数5(全11頁)

(21) 出願番号 特願平4-212766

(22) 出願日 平成4年(1992)8月10日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社
東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 池田 次男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 工藤 斉

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(72) 発明者 佐藤 英和

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 三澤 正義

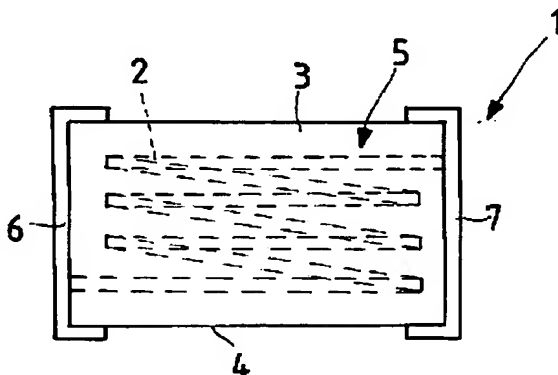
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層型インピーダンス素子

(57) 【要約】

【目的】 回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果が得られる積層型インピーダンス素子を提供する。

【構成】 Ni, Cu, Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体によって磁性体3を構成し、この磁性体3を介してAg-Pd合金からなる導電パターン2によってコイル5を形成する。このコイル5を形成することによりインピーダンスを高めることができるので、ノイズ低減効果を高めることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性体を介して接続され導電パターンからなるコイルを有する積層型インピーダンス素子において、前記磁性体がNi, Cu, Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体からなることを特徴とする積層型インピーダンス素子。

【請求項2】 前記酸化物磁性体が、 Fe_2O_3 :Amol%, NiO :Bmol%, CuO :Cmol%, ZnO :Dmol%, CoO :Emol%からなり、 $A+B+C+D+E=100\text{mol}\%$ としたとき、A乃至Eを各々、

$$46 \leq A \leq 50$$

$$0 \leq B \leq 50$$

$$0 \leq C \leq 30$$

$$0 \leq D \leq 35$$

$0 \leq E \leq 3$ の範囲に設定した請求項1記載の積層型インピーダンス素子。

【請求項3】 前記酸化物磁性体が、焼結前の混合時の原料の平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以下からなる請求項1又は2記載の積層型インピーダンス素子。

【請求項4】 前記導電パターンが、Pdを5wt%以下含有するAg-Pd合金からなる導体によって形成される請求項1記載の積層型インピーダンス素子。

【請求項5】 前記導電パターンが、純度が99.5%以上のAgを含んだAg-Pd合金からなる請求項4記載の積層型インピーダンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種電子機器に適用されてノイズ低減素子として働く積層型インピーダンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、各種電子機器の回路技術の進歩により、数多くのデジタル信号回路が実用化されており、特に能動素子としてICが広範囲に使用されている。このような信号回路においてICがスイッチング動作を行う際にノイズが発生し、このノイズは周囲の他の回路素子の動作に少なからず影響を与える。

【0003】このような欠点を解消するために、ノイズフィルターやチップコイルとチップコンデンサとを組み合わせたノイズ低減素子を各々用意して、信号回路に組込んでノイズ低減を図ることが実施されている。

【0004】しかしながらこのようなノイズ低減素子は、形状の大きなノイズフィルターが不可欠であると共に多くの構成部品を必要とするので、回路構成が複雑になるだけでなく、コストアップが避けられない。

【0005】このためそのような弊害を避けるべく、図6に示したように磁性体21に直線状の導体22を形成することにより簡単な構造のチップ型インピーダンス素子を形成し、このインピーダンス素子をノイズ低減素子

として用いることが行われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで従来のチップ型インピーダンス素子では、単に導体を直線状に形成してインピーダンスを構成するようにしているので、低いインピーダンスしか得られないため十分なノイズ低減効果が得られないという問題がある。

【0007】本発明は以上のような問題に対処してなされたもので、回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果を得ることのできる1つのチップからなる積層型インピーダンス素子を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、磁性体を介して接続され導電パターンからなるコイルを有する積層型インピーダンス素子において、前記磁性体がNi, Cu, Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体からなることを特徴とするものである。

【0009】また、他の本発明は、前記酸化物磁性体が、 Fe_2O_3 :Amol%, NiO :Bmol%, CuO :Cmol%, ZnO :Dmol%, CoO :Emol%からなり、 $A+B+C+D+E=100\text{mol}\%$ としたとき、A乃至Eを各々、

$$46 \leq A \leq 50$$

$$0 \leq B \leq 50$$

$$0 \leq C \leq 30$$

$$0 \leq D \leq 35$$

$0 \leq E \leq 3$ の範囲に設定したことを特徴とするものである。

【0010】さらに、その他の本発明は、前記酸化物磁性体が、焼結前の混合時の原料の平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以下からなることを特徴とするものである。

【0011】さらに、その他の本発明は、前記導電パターンが、Pdを5wt%以下含有するAg合金からなる導体によって形成されることを特徴とするものである。

【0012】さらに、その他の本発明は、前記導電パターンが、純度が99.5%以上のAgを含んだAg合金からなることを特徴とするものである。

【0013】

【作用】請求項1記載の本発明の構成によれば、Ni, Cu, Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体を介して、導電パターンからなるコイルが設けられて積層型インピーダンス素子が形成される。

【0014】請求項2記載の本発明の構成によれば、前記酸化物磁性体の原料として特定成分を各々特定範囲で組合わせることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0015】請求項3記載の本発明の構成によれば、前記酸化物磁性体の原料としてその平均粒径が特定値のも

3

のを用いることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0016】請求項4記載の本発明の構成によれば、前記導電パターン2の原料として特定成分を各々特定範囲で組合わせることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0017】請求項5記載の本発明の構成によれば、前記導電パターン2の原料として特定成分を特定範囲で用いることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0018】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0019】図1は本発明の積層型インピーダンス素子の実施例を示す概略断面図で、内部に例えば3ターンのコイルを形成した構造を示している。本実施例積層型インピーダンス素子1は、Ni、Cu、Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体からなる磁性体3と、この磁性体3が一体に焼結された積層体4を介して接続され、周囲をスパイラルな導電パターン2からなるコイル5と、各々コイル5の両端に接続された一対の外部端子6、7とを有している。

【0020】また、前記磁性体3を構成する酸化物磁性体は、 Fe_2O_3 :Amol%, NiO :Bmol%, CuO :Cmol%, ZnO :Dmol%, CoO :Emol%からなるNi、Cu、Zn系フェライトが用いられ、 $A+B+C+D+E=100\text{mol}\%$ としたとき、A乃至Eは各々次のような範囲に設定される。

【0021】 $46 \leq A \leq 50$

$0 \leq B \leq 50$

$0 \leq C \leq 30$

$0 \leq D \leq 35$

$0 \leq E \leq 3$

【0022】また、前記コイル5を構成する導電パターン2は、AgにPdを5wt%以下含有するAg-Pd合金からなる導体によって形成されている。

【0023】ここで、図1の本実施例の積層型インピーダンス素子1の等価回路は磁性体3内にコイル5を有することにより、2端子インピーダンス素子として扱うこ*

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

【0030】この数2から明らかなように、抵抗Rをなしている導電パターン2の導体抵抗を低下することによりインピーダンス素子のインピーダンスZを低めて、挿入損失を低めることが実現可能となる。

【0031】コイル5を構成する導電パターン2の導体材料は、低い抵抗を有するものが望ましいという点で全ての導体材料の中で最も抵抗の低いAgが選ばれている。このAgの融点は約960.5℃であり通常の酸化物磁性体の焼結温度よりも低い値を有しているが、磁性

4

*とができ図2のように示せる。すなわち、磁性体3の損失分と導体抵抗とを合わせた等価的な抵抗Rとコイル5のインダクタンスを主成分とする誘導性リアクタンス $j\omega L$ との直列回路と、これに積層体4に浮遊している容量性リアクタンス $-j(1/\omega C)$ が並列接続された構成となっている。

【0024】インピーダンス素子のインピーダンスZは次式のように示される。

【0025】

10 【数1】

$$Z = \{ R / (\omega CR)^2 + (1 - \omega^2 LC)^2 \} + j \{ \omega L (1 - \omega^2 LC) - \omega CR^2 / \{ (\omega CR)^2 + (1 - \omega^2 LC)^2 \} \}$$

【0026】この等価回路は図6に示した従来素子にも適用することができるが、 $j\omega L$ の成分の値が低いためにそのインピーダンス特性は図4のBのようになり、本実施例素子の特性Aよりも小さなインピーダンスとなる。すなわち、本実施例素子の場合には磁性体3内にコイル5を形成することにより高いインピーダンスZを示すことができ、ノイズ低減素子として優れた動作を行わせることができる。

【0027】すなわち、回路で使用される信号の周波数帯域ではその信号を減衰させないようにインピーダンスZが十分低く、ノイズに対してはこれを十分に減衰させるような高いインピーダンスZを呈するようなインピーダンス素子が求められる。ノイズ成分は信号成分より高い周波数成分を持っているので、この高いノイズ周波数成分のみに減衰作用を発揮し、低い信号周波数成分に対しては極めて低い減衰作用を発揮する、すなわち低い挿入損失を生じるインピーダンス素子を実現しなければならない。

【0028】信号の周波数帯域に着目した場合、図2の等価回路における浮遊容量Cは高々数pFなので、その等価回路は近似的に図3のように示すことができる。従って、インピーダンスZは、 $Z = R + j\omega L$ のみになり、インピーダンスZの絶対値は次式のように示される。

【0029】

【数2】

体の焼結温度をAgの融点まで下げることは通常の焼結温度よりも約100℃以上も下げることになるので、磁性体に所定の特性を備えさせる点から困難である。この点で、AgにPdを含有させることにより導体材料としての融点をAgよりも上げることができるようになる。但し、Pdの含有量をあまり増加させることは導体材料としてのAg-Pd合金の抵抗を高めてインピーダンス素子のインピーダンスZを高めることになり、結果的にノイズ低減素子に要求されるノイズのみ低減させて信号

回路の信号は低減させてはならないという条件を満足できなくなる。

【0032】【表1】は本実施例において、コイル5を構成する導電パターン2の導体材料として用いるAg-*

*Pd合金の成分比(wt%)を種々変化させた場合の、直流抵抗及び挿入損失の変化を示すものである。

【0033】

【表1】

No	Ag : Pd	直流抵抗	挿入損失
1	100 0	0.20 Ω	0.04 dB
2	99 1	0.29	0.04
3	98 2	0.38	0.05
4	96 4	0.57	0.07
5	95 5	0.66	0.07
6	94 6	0.75	0.08
7	92 8	0.94	0.10
8	90 10	1.12	0.11

【0034】【表1】においてAg-Pd合金のPdの比率を高めるほど融点がAg100%の場合よりも高くなるので、磁性体の焼結温度も高くする必要がある。但し、Pdの比率を高めるほど、直流抵抗及び挿入損失は徐々に増加する傾向にあり好ましくない。従って、互いに矛盾する両者を実用上の観点から考慮すると、ほぼ挿入損失が0.07dB以下に相当するPd含有量が5(wt%)以下が実用上望ましい範囲であるとして限定することができる。No.1乃至No.5がこれに該当する。

【0035】この結果、導体材料の融点以下の温度で磁性体を低温焼結することが必要となる。焼結温度をこの範囲内に選ぶことにより、導電パターン2を構成するAg-Pd合金の融解や蒸発などの望ましくない現象を避けることができ、コイルとしての機能低下を防止することができる。

【0036】以上のことから磁性体3を構成する酸化物磁性体は、この上に形成する導電パターン2の導体であるAg-Pd合金の融点との関連でその焼結温度が設定される。通常、Ni, Cu, Zn系フェライトを用いる酸化物磁性体の焼結温度は1,050℃乃至1,100℃に設定されている。また、用いられるAgは99.5

20 %以上の純度を有していることが望ましい。

【0037】ここで、Ni, Cu, Zn系フェライトの酸化物磁性体としては、通常の焼結温度(約1,050℃乃至1,000℃)を有する組成のものを用いたのでは前記範囲の成分のAg-Pd合金の融点に合致しなくなるので、この焼結温度を低める工夫が必要となる。また、フェライト材料の固有抵抗が低いと、本実施例積層型インピーダンス素子1のように導電パターン2が直接磁性体3に直接接触している構造では、コイル5の巻線間の絶縁性能が劣るようになって実用に供することが困難になる。このため、固有抵抗として少なくとも $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の抵抗値を有し、前記したAg-Pd合金の融点以下の焼結温度を有するような組成のNi, Cu, Zn系フェライトを用意する必要がある。

【0038】このような要求を満たすには、粒径を十分に小さくした組成材料を用いて焼結を行うことにより可能となる。【表2】は本実施例において、磁性体3を構成する酸化物磁性体を形成するNi, Cu, Zn系フェライト材料の粒径を変化させた場合の、比表面積、焼結密度及び組成の変化を示すものである。

【0039】

【表2】

No.	平均粒径 (μm)	比表面積 (m^2/g)	焼結密度 (g/cm^3)	組成 (mol %)			
				Fe_2O_3	NiO	CuO	ZnO
1	1.5	3.3	4.01	48.1	26.6	8.3	17.0
2	0.5	5.6	4.49	48.2	26.5	8.1	17.2
3	0.3	8.5	4.75	48.1	26.5	8.3	17.1

焼結温度：875℃

【0040】[表2]において平均粒径0.5 μm 、比表面積5.6 m^2/g 、焼結密度4.5 g/cm^3 程度の粒子を用いることにより、十分実用に供せられる焼結温度を有する酸化物磁性体を実現することができる。粒径の平均はほぼ1.0 μm 以下であれば望ましい結果を得ることができる。

【0041】Ni、Cu、Zn系フェライト材料からなる酸化物磁性体はその組成比によって種々の磁気特性を示すが、 Fe_2O_3 量が46mol%以下ではNiO、CuOを主体とした第2相がより多く形成されるため、その磁気特性が劣化して実用に供しない。また、 Fe_2O_3 量が50mol%を上回ると、焼結温度が950℃以下では $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 相が第2相として形成されるので、これが焼結を阻害する因子として働くため、望ましい焼結温度を得ることができない。

【0042】さらに、ZnO量は35mol%以上の領域ではキュリー温度が常温付近まで下降してしまうので、実用に供しなくなる。さらにまた、NiOを含んだフェライトはZnOが少ない組成では、少なくともCuOが4mol%以上含まれないと、焼結温度が950℃以下になると焼結密度が低くなるので、実用に供しなくなる。また、CuOは30mol%以上でも磁気特性を示すが、磁束密度の低下が著しいので、実用上許容電流値が低下して性能が劣るようになるため望ましくない。

【0043】次に本実施例の積層型インピーダンス素子の製造方法を説明する。

【0044】(1) 粉体材料の製造

粉碎後の最終組成が Fe_2O_3 48.1mol%、NiO 26.6mol%、CuO 8.3mol%、ZnO 17.0mol%となるように、各原料をボールミルによって水とスチールボールと共に16時間混合した後、乾燥する。次に、乾燥した粉体を750℃で2時間焙結する。焙結後ボールミルによって水とスチールボールと共に50時間粉碎した後、乾燥して粉体材料を得る。

【0045】ここで、ボールミルの条件は、スチールボールとして各々1/2インチ球を材料重量の2倍重量及び1/8インチ球を材料重量の3倍重量を用い、水は材料重量の2倍重量を用いた。また、乾燥は200℃に保持された熱風乾燥器を用いて行った。

【0046】(2) 積層用塗料の製造

次に、(1)で得られた粉体材料に対して、20%のトルエン、20%のエチルアルコール、40%のブタノール、4%の#N200エチルセルロース樹脂を、ペンシエルミキサーで1時間混合攪拌を行う。その後、ビーズ径3mmφのビーズミルを通過させて積層用塗料を得る。

【0047】(3) 積層、焼成

積層スクリーン印刷機を用いて、(2)で得られた積層用塗料（酸化物磁性体材料）Agペースト（Ag-Pd合金を含んだペースト）を用いて、適当な基板状に交互に繰返し印刷することにより、例えば3ターンのコイルを形成すべき導電パターンを積層用塗料を介して接続して周回させたグリーンシート積層体を得る。続いてグリーンシート積層体を875℃で2時間焼結処理する。

【0048】(4) 外部端子の形成

焼結によって得られた積層体の両端にAgペーストを塗布し、600℃で1時間焼付けした後、電気めっきによって焼付けられたAg層上にCu、Ni、Agを順次めっきすることにより外部端子を形成する。

【0049】以上の各工程によって図1に示したような、内部に3ターンのコイル5が形成された積層型インピーダンス素子を製造することができる。

【0050】図5は本実施例によって得られた積層型インピーダンス素子のインピーダンス特性を示すもので、10MHzで約60 Ω のインピーダンスが得られ、100MHzで約600 Ω のインピーダンスが得られ、望ましい特性が得られる。

【0051】このように本実施例によれば、特定組成からなる磁性体内にコイルを形成するようにしたので高いインピーダンスが得られるようになり、回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果を得ることができる。

【0052】なお、実施例では、磁性体内に3ターンのコイルを形成した例で説明したが、これは一例を示したものであり必要とするインピーダンス特性に応じて任意の数に設定することができる。また、コイルを形成する導電パターンはスパイラルに周回するパターンに限らず、内部に直線状の多層の並列接続パターンを形成してもよく、内部導電パターンは任意である。

50 【0053】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、特定組成からなる磁性体内にコイルを形成するようにしたので、インピーダンスを高めることができるため、回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の積層型インピーダンスの実施例を示す断面図である。

【図2】本実施例素子の等価回路である。

【図3】本実施例素子の他の等価回路である。

【図4】本実施例素子と従来素子とを比較するインピー

ダンス特性図である。

【図5】本実施例によって得られたインピーダンス素子のインピーダンス特性である。

【図6】従来素子を示す斜視図である。

【符号の説明】

2 導電パターン

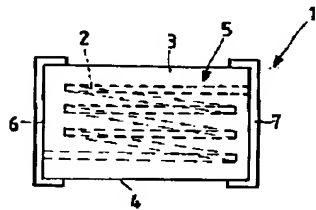
3 磁性体

4 積層体

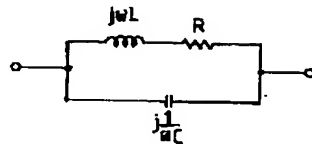
5 コイル

10 6, 7 外部端子

【図1】



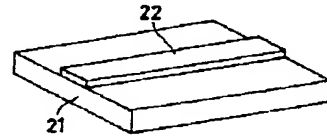
【図2】



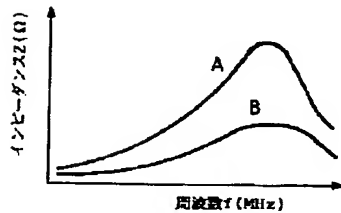
【図3】



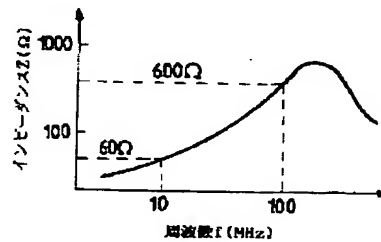
【図6】



【図4】



【図5】



【手続補正書】

【提出日】平成5年7月7日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】積層型インピーダンス素子

【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性体を介して接続され導電パターンからなるコイルを有する積層型インピーダンス素子において、前記磁性体がNi, Cu, Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体からなることを特徴とする積層型インピーダンス素子。

【請求項2】 前記酸化物磁性体が、Fe₂O₃:Amol%, NiO:Bmol%, CuO:Cmol%, Z

nO:Dmol%, CoO:Emol%からなり、A+B+C+D+E=100mol%としたとき、A乃至Eを各々、

46≦A≦50

0≦B≦50

0≦C≦30

0≦D≦35

0≦E≦3の範囲に設定した請求項1記載の積層型インピーダンス素子。

【請求項3】 前記酸化物磁性体が、焼結前の平均粒径が1.0μm以下からなる請求項1又は2記載の積層型インピーダンス素子。

【請求項4】 前記導電パターンが、Pdを5wt%以下含有するAg-Pd合金からなる導体によって形成される請求項1記載の積層型インピーダンス素子。

【請求項5】 前記導電パターンが、純度が99.5%

以上のAgを含んだAg-Pd合金からなる請求項4記載の積層型インピーダンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、各種電子機器に適用されてノイズ低減素子として働く積層型インピーダンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、各種電子機器の回路技術の進歩により、数多くのデジタル信号回路が実用化されており、特に能動素子としてICが広範囲に使用されている。このような信号回路においてICがスイッチング動作を行う際にノイズが発生し、このノイズは周囲の他の回路素子の動作に少なからず影響を与える。

【0003】このような欠点を解消するために、ノイズフィルターやチップコイルとチップコンデンサとを組み合わせたノイズ低減素子を各々用意して、信号回路に組込んでノイズ低減を図ることが実施されている。

【0004】しかしながらこのようなノイズ低減素子は、形状の大きなノイズフィルターが不可欠であると共に多くの構成部品を必要とするので、回路構成が複雑になるだけでなく、コストアップが避けられない。

【0005】このためそのような弊害を避けるべく、図6に示したように磁性体21に直線状の導体22を形成することにより簡単な構造のチップ型インピーダンス素子を形成し、このインピーダンス素子をノイズ低減素子として用いることが行われている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで従来のチップ型インピーダンス素子では、単に導体を直線状に形成してインピーダンスを構成するようにしているので、低いインピーダンスしか得られないため十分なノイズ低減効果が得られないという問題がある。

【0007】本発明は以上のような問題に対処してなされたもので、回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果を得ることのできる1つのチップからなる積層型インピーダンス素子を提供することを目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、磁性体を介して接続され導電パターンからなるコイルを有する積層型インピーダンス素子において、前記磁性体がNi、Cu、Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体からなることを特徴とするものである。

【0009】また、他の本発明は、前記酸化物磁性体が、 Fe_2O_3 :Amol%, NiO :Bmol%, CuO :Cmol%, ZnO :Dmol%, CoO :Emol%からなり、 $A+B+C+D+E=100\text{mol}\%$ としたとき、A乃至Eを各々、

$$46 \leq A \leq 50$$

$$0 \leq B \leq 50$$

$$0 \leq C \leq 30$$

$$0 \leq D \leq 35$$

$$0 \leq E \leq 3 \text{ の範囲に設定したことを特徴とするものである。}$$

【0010】さらに、その他の本発明は、前記酸化物磁性体が、焼結前の平均粒径が $1.0\mu\text{m}$ 以下からなることを特徴とするものである。

【0011】さらに、その他の本発明は、前記導電パターンが、Pdを5wt%以下含有するAg合金からなる導体によって形成されることを特徴とするものである。

【0012】さらに、その他の本発明は、前記導電パターンが、純度が99.5%以上のAgを含んだAg合金からなることを特徴とするものである。

【0013】

【作用】請求項1記載の本発明の構成によれば、Ni、Cu、Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体を介して、導電パターンからなるコイルが設けられて積層型インピーダンス素子が形成される。

【0014】請求項2記載の本発明の構成によれば、前記酸化物磁性体の原料として特定成分を各々特定範囲で組合わせることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0015】請求項3記載の本発明の構成によれば、前記酸化物磁性体の原料としてその平均粒径が特定値のものをを用いることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0016】請求項4記載の本発明の構成によれば、前記導電パターンの原料として特定成分を各々特定範囲で組合わせることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0017】請求項5記載の本発明の構成によれば、前記導電パターンの原料として特定成分を特定範囲で用いることによって積層型インピーダンス素子が形成される。

【0018】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0019】図1は本発明の積層型インピーダンス素子の実施例を示す概略断面図で、内部に例えば3ターンのコイルを形成した構造を示している。本実施例積層型インピーダンス素子1は、Ni、Cu、Zn系フェライトを主成分とする酸化物磁性体からなる磁性体3と、この磁性体3が一体に焼結された積層体4を介して接続され周囲するスパイラルな導電パターン2からなるコイル5と、各々コイル5の両端に接続された一対の外部端子6、7とを有している。

【0020】また、前記磁性体3を構成する酸化物磁性体は、 Fe_2O_3 :Amol%, NiO :Bmol%,

CuO: Cmol%, ZnO: Dmol%, CoO: E mol%からなるNi, Cu, Zn系フェライトが用いられ、 $A+B+C+D+E=100\text{mol}\%$ としたとき、A乃至Eは各々次のような範囲に設定される。

【0021】 $46 \leq A \leq 50$

$0 \leq B \leq 50$

$0 \leq C \leq 30$

$0 \leq D \leq 35$

$0 \leq E \leq 3$

【0022】また、前記コイル5を構成する導電パターン2は、AgにPdを5wt%以下含有するAg-Pd合金からなる導体によって形成されている。

【0023】ここで、図1の本実施例の積層型インピーダンス素子1の等価回路は磁性体3内にコイル5を有することにより、2端子インピーダンス素子として扱うこと*

$$\dot{Z} = \frac{R}{(\omega CR)^2 + (1 - \omega^2 LC)^2} + j \frac{\omega L (1 - \omega^2 LC) - \omega CR^2}{(\omega CR)^2 + (1 - \omega^2 LC)^2}$$

【0026】この等価回路は図6に示した従来素子にも適用することができるが、 $j\omega L$ の成分の値が低いためにそのインピーダンス特性は図4のBのようになり、本実施例素子の特性Aよりも小さなインピーダンスとなる。すなわち、本実施例素子の場合は磁性体3内にコイル5を形成することにより高いインピーダンス

【外2】

$$|\dot{Z}|$$

を示すことができ、ノイズ低減素子として優れた動作を行わせることができる。

【0027】すなわち、回路で使用される信号の周波数帯域ではその信号を減衰させないようにインピーダンス

【外3】

$$|\dot{Z}|$$

が十分低く、ノイズに対してはこれを十分に減衰させるような高いインピーダンス

【外4】

$$|\dot{Z}|$$

を呈するようなインピーダンス素子が求められる。ノイズ成分は信号成分より高い周波数成分を持っているので、この高いノイズ周波数成分のみに減衰作用を発揮し、低い信号周波数成分に対しては極めて低い減衰作用を発揮する、すなわち低い挿入損失を生じるインピーダンス素子を実現しなければならない。

【0028】信号の周波数帯域に着目した場合、図2の等価回路における浮遊容量Cは高々数pFなので、その

*とができ図2のように示せる。すなわち、磁性体3の損失分と導体抵抗とを合わせた等価的な抵抗Rとコイル5のインダクタンスを主成分とする誘導性リアクタンス $j\omega L$ との直列回路と、これに積層体4に浮遊している容量性リアクタンス $-j(1/\omega C)$ が並列接続された構成となっている。

【0024】インピーダンス素子のインピーダンス
【外1】

$$\dot{Z}$$

は次式のように示される。

【0025】

【数1】

等価回路は近似的に図3のように示すことができる。従って、インピーダンス

【外5】

$$\dot{Z}$$

は、

【数2】

$$\dot{Z} = R + j\omega L$$

のみになり、インピーダンス

【外6】

$$\dot{Z}$$

の絶対値は次式のように示される。

【0029】

【数3】

$$|\dot{Z}| = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

【0030】この数3から明らかなように、抵抗Rをなしている導電パターン2の導体抵抗を低下することによりインピーダンス素子のインピーダンス

【外7】

$$|\dot{Z}|$$

を低めて、挿入損失を低めることが実現可能となる。

【0031】コイル5を構成する導電パターン2の導体材料は、低い抵抗を有するものが望ましいという点で全

ての導体材料の中で最も抵抗の低いAgが選ばれている。このAgの融点は約960.5℃であり通常の酸化物磁性体の焼結温度よりも低い値を有しているが、磁性体の焼結温度をAgの融点まで下げることは通常の焼結温度よりも約100℃以上も下げることになるので、磁性体に所定の特性を備えさせる点から困難である。この点で、AgにPdを含有させることにより導体材料としての融点をAgよりも上げることができるようになる。但し、Pdの含有量をあまり増加させることは導体材料としてのAg-Pd合金の抵抗を高めてインピーダンス素子のインピーダンス

【外8】

*

|Z|

を高めることになり、結果的にノイズ低減素子に要求されるノイズのみ低減させて信号回路の信号は低減させてはならないという条件を満足できなくなる。

【0032】【表1】は本実施例において、コイル5を構成する導電パターン2の導体材料として用いるAg-Pd合金の成分比(wt%)を種々変化させた場合の、直流抵抗及び挿入損失の変化を示すものである。

【0033】

【表1】

*

No	Ag : Pd	直流抵抗	挿入損失
1	100 0	0.20 Ω	0.04 dB
2	99 1	0.29	0.04
3	98 2	0.38	0.05
4	96 4	0.57	0.07
5	95 5	0.66	0.07
6	94 6	0.75	0.08
7	92 8	0.94	0.10
8	90 10	1.12	0.11

【0034】【表1】においてAg-Pd合金のPdの比率を高めるほど融点がAg 100%の場合よりも高くなるので、磁性体の焼結温度も高くする必要がある。但し、Pdの比率を高めるほど、直流抵抗及び挿入損失は徐々に増加する傾向にあり好ましくない。従って、互いに矛盾する両者を実用上の観点から考慮すると、ほぼ挿入損失が0.07dB以下に相当するPd含有量が5(wt%)以下が実用上望ましい範囲であるとして限定することができる。No. 1乃至No. 5がこれに該当する。

【0035】この結果、導体材料の融点以下の温度で磁性体を低温焼結することが必要となる。焼結温度をこの範囲内に選ぶことにより、導電パターン2を構成するAg-Pd合金の融解や蒸発などの望ましくない現象を避けることができ、コイルとしての機能低下を防止することができる。

【0036】以上のことから磁性体3を構成する酸化物磁性体は、この上に形成する導電パターン2の導体であるAg-Pd合金の融点との関連でその焼結温度が設定される。通常、Ni, Cu, Zn系フェライトを用いる酸化物磁性体の焼結温度は1,050℃乃至1,100

℃に設定されている。また、用いられるAgは99.5%以上の純度を有していることが望ましい。

【0037】ここで、Ni, Cu, Zn系フェライトの酸化物磁性体としては、通常の焼結温度(約1,050℃乃至1,100℃)を有する組成のものを用いたのでは前記範囲の成分のAg-Pd合金の融点に合致しなくなるので、この焼結温度を低める工夫が必要となる。また、フェライト材料の固有抵抗が低いと、本実施例積層型インピーダンス素子1のように導電パターン2が直接磁性体3に直接接触している構造では、コイル5の巻線間の絶縁性能が劣るようになって実用に供することが困難になる。このため、固有抵抗として少なくとも10⁵Ωcm以上の抵抗値を有し、前記したAg-Pd合金の融点以下の焼結温度を有するような組成のNi, Cu, Zn系フェライトを用意する必要がある。

【0038】このような要求を満たすには、粒径を十分に小さくした組成材料を用いて焼結を行うことにより可能となる。【表2】は本実施例において、磁性体3を構成する酸化物磁性体を形成するNi, Cu, Zn系フェライト材料の粒径を変化させた場合の、比表面積、焼結密度及び組成の変化を示すものである。

【0039】

【表2】

*

*

No.	平均粒径 (μm)	比表面積 (m^2/g)	焼結密度 (g/cm^3)	組成 (mol %)			
				Fe_2O_3	NiO	CuO	ZnO
1	1.5	3.3	4.01	48.1	26.6	8.3	17.0
2	0.5	5.6	4.49	48.2	26.5	8.1	17.2
3	0.3	8.5	4.75	48.1	26.5	8.3	17.1

焼結温度：875℃

【0040】【表2】において平均粒径0.5 μm 、比表面積5.6 m^2/g 、焼結密度4.5 g/cm^3 程度の粒子を用いることにより、十分実用に供せられる焼結温度を有する酸化物磁性体を実現することができる。粒径の平均はほぼ1.0 μm 以下であれば望ましい結果を得ることができる。

【0041】Ni、Cu、Zn系フェライト材料からなる酸化物磁性体はその組成比によって種々の磁気特性を示すが、 Fe_2O_3 量が46mol%以下ではNiO、CuOを主体とした第2相がより多く形成されるため、その磁気特性が劣化して実用に供しない。また、 Fe_2O_3 量が50mol%を上回ると、焼結温度が950℃以下では $\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$ 相が第2相として形成されるので、これが焼結を阻害する因子として働くため、望ましい焼結温度を得ることができない。

【0042】さらに、ZnO量は35mol%以上の領域ではキュリー温度が常温付近まで下降してしまうので、実用に供しなくなる。さらにまた、NiOを含んだフェライトはZnOが少ない組成では、少なくともCuOが4mol%以上含まれないと、焼結温度が950℃以下になると焼結密度が低くなるので、実用に供しなくなる。また、CuOは30mol%以上でも磁気特性を示すが、磁束密度の低下が著しいので、実用上許容電流値が低下して性能が劣るようになるため望ましくない。

【0043】次に本実施例の積層型インピーダンス素子の製造方法を説明する。

【0044】(1) 粉体材料の製造

粉碎後の最終組成が Fe_2O_3 48.1mol%、NiO 26.6mol%、CuO 8.3mol%、ZnO 17.0mol%となるように、各原料をボールミルによって水とスチールボールと共に16時間混合した後、乾燥する。次に、乾燥した粉体を750℃で2時間焙結する。焙結後ボールミルによって水とスチールボールと共に50時間粉碎した後、乾燥して粉体材料を得る。

【0045】ここで、ボールミルの条件は、スチールボールとして各々1/2インチ球を材料重量の2倍重量及び1/8インチ球を材料重量の3倍重量を用い、水は材料重量の2倍重量を用いた。また、乾燥は200℃に保

持された熱風乾燥器を用いて行った。

【0046】(2) 積層用塗料の製造

次に、(1)で得られた粉体材料に対して、20%のトルエン、20%のエチルアルコール、40%のブタノール、4%の#N200エチルセルロース樹脂を、ヘンシエルミキサーで1時間混合攪拌を行う。その後、ビーズ径3mmφのビーズミルを通過させて積層用塗料を得る。

【0047】(3) 積層、焼成

積層スクリーン印刷機を用いて、(2)で得られた積層用塗料（酸化物磁性体材料）Agペースト（Ag-Pd合金を含んだペースト）を用いて、適当な基板状に交互に繰返し印刷することにより、例えば3ターンのコイルを形成すべき導電パターンを積層用塗料を介して接続して周回させたグリーンシート積層体を得る。続いてグリーンシート積層体を875℃で2時間焼結処理する。

【0048】(4) 外部端子の形成

焼結によって得られた積層体の両端にAgペーストを塗布し、600℃で1時間焼付けした後、電気めっきによって焼付けられたAg層上にCu、Ni、Agを順次めっきすることにより外部端子を形成する。

【0049】以上の各工程によって図1に示したような、内部に3ターンのコイル5が形成された積層型インピーダンス素子を製造することができる。

【0050】図5は本実施例によって得られた積層型インピーダンス素子のインピーダンス特性を示すもので、10MHzで約60 Ω のインピーダンスが得られ、100MHzで約600 Ω のインピーダンスが得られ、望ましい特性が得られる。

【0051】このように本実施例によれば、特定組成からなる磁性体内にコイルを形成するようにしたので高いインピーダンスが得られるようになり、回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果を得ることができる。

【0052】なお、実施例では、磁性体内に3ターンのコイルを形成した例で説明したが、これは一例を示したものであり必要とするインピーダンス特性に応じて任意の数に設定することができる。また、コイルを形成する

導電パターンはスパイラルに周回するパターンに限らず、内部に直線状の多層の並列接続パターンを形成してもよく、内部導電パターンは任意である。

【0053】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、特定組成からなる磁性体内にコイルを形成するようにしたので、インピーダンスを高めることができるため、回路構成を複雑にすることなく、またコストアップを避けて簡単な構造で十分なノイズ低減効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の積層型インピーダンスの実施例を示す断面図である。

【図2】本実施例素子の等価回路である。

【図3】本実施例素子の他の等価回路である。

【図4】本実施例素子と従来素子とを比較するインピーダンス特性図である。

【図5】本実施例によって得られたインピーダンス素子のインピーダンス特性である。

【図6】従来素子を示す斜視図である。

【符号の説明】

- 2 導電パターン
- 3 磁性体
- 4 積層体
- 5 コイル
- 6, 7 外部端子

【手続補正2】

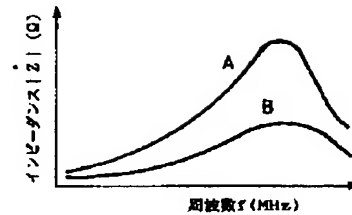
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図4】



【手続補正3】

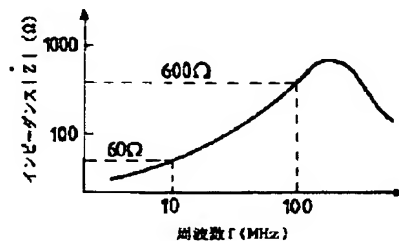
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 海原 伸男

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

10

11